



中华人民共和国国家标准

GB/T 5170.21—2008

电工电子产品环境试验设备 基本参数检验方法 振动(随机)试验用液压振动台

Inspection methods for basic parameters of environmental
testing equipments for electric and electronic products—
Hydraulic vibrating type machines for vibration(random) test

2008-12-30 发布

2009-11-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言 I

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 检验项目 1

5 检验用主要仪器及要求 2

6 检验条件 2

7 一般规定 2

8 检验方法 2

9 数据处理结果与检验结果 8

10 检验周期..... 8

附录 A（资料性附录） 检验项目的选择 9

附录 B（资料性附录） 基本参数允许误差 11

前 言

GB/T 5170 目前包括以下 21 个部分：

- GB/T 5170.1 电工电子产品环境试验设备检验方法 总则；
- GB/T 5170.2 电工电子产品环境试验设备基本参数检定方法 温度试验设备；
- GB/T 5170.5 电工电子产品环境试验设备检验方法 湿热试验设备；
- GB/T 5170.8 电工电子产品环境试验设备基本参数检定方法 盐雾试验设备；
- GB/T 5170.9 电工电子产品环境试验设备检验方法 太阳辐射试验设备；
- GB/T 5170.10 电工电子产品环境试验设备基本参数检定方法 高低温低气压试验设备；
- GB/T 5170.11 电工电子产品环境试验设备检验方法 腐蚀气体试验设备；
- GB/T 5170.13 电工电子产品环境试验设备基本参数检定方法 振动(正弦)试验用机械振动台；
- GB/T 5170.14 电工电子产品环境试验设备基本参数检定方法 振动(正弦)试验用电动振动台；
- GB/T 5170.15 电工电子产品环境试验设备基本参数检定方法 振动(正弦)试验用液压振动台；
- GB/T 5170.16 电工电子产品环境试验设备基本参数检定方法 稳态加速度试验用离心机；
- GB/T 5170.17 电工电子产品环境试验设备基本参数检定方法 低温/低气压/湿热综合顺序试验设备；
- GB/T 5170.18 电工电子产品环境试验设备基本参数检定方法 温度/湿度组合循环试验设备；
- GB/T 5170.19 电工电子产品环境试验设备基本参数检定方法 温度/振动(正弦)综合试验设备；
- GB/T 5170.20 电工电子产品环境试验设备基本参数检定方法 水试验设备；
- GB/T 5170.21 电工电子产品环境试验设备基本参数检验方法 振动(随机)试验用液压振动台。

本部分是 GB/T 5170 的第 21 部分。

本部分由全国电工电子产品环境条件与环境试验标准化技术委员会(SAC/TC 8)提出并归口。

本部分起草单位：信息产业部电子第五研究所。

本部分主要起草人：郑术力、肖建红。

电工电子产品环境试验设备 基本参数检验方法 振动(随机)试验用液压振动台

1 范围

GB/T 5170 的本部分规定了振动(随机)试验用液压振动台在进行定型鉴定、首次检验和定期检验时的检验项目、检验用主要仪器及要求、检验条件、检验时的一般规定、检验方法及检验结果等内容。

本部分适用于按 GB/T 2423.56 和 GB/T 2424.25 进行振动试验用液压振动台(以下简称振动台)基本参数的检验方法。

本部分也适用于类似试验设备的检验。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 GB/T 5170 的本部分的引用而成为本部分的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本部分,然而,鼓励根据本部分达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本部分。

GB/T 2423.56 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验 Fh:宽带随机振动(数字控制)和导则(GB/T 2423.56—2006, IEC 60068-2-64:1993, IDT)

GB/T 2424.25 电工电子产品环境试验 第3部分:试验导则 地震试验方法

GB/T 5170.1—2008 电工电子产品环境试验设备检验方法 总则

GB/T 5170.15 电工电子产品环境试验设备基本参数检验方法 振动(正弦)试验用液压振动台

3 术语和定义

GB/T 5170.1—2008 确立的术语和定义适用于本部分。

4 检验项目

本部分规定的检验项目如下:

- GB/T 5170.15 规定的参数;
- 额定参数(最大随机动态力、最大负载、最大加速度总均方根值);
- 振动控制仪随机自闭环加速度功率谱控制动态范围;
- 振动控制仪随机信号平稳性、正态分布和各态历经性;
- 振动控制仪通道一致性;
- 试验系统随机加速度功率谱控制动态范围;
- 试验系统随机振动加速度总均方根值带外带内比值;
- 试验系统随机加速度总均方根值示值误差;
- 试验系统随机加速度功率谱密度示值误差;
- 试验系统随机加速度总均方根值和加速度功率谱密度控制精度。

5 检验用主要仪器及要求

5.1 正弦振动参数测量仪器

正弦振动参数测量主要仪器及要求参照 GB/T 5170.15。

5.2 随机振动参数测量仪器

动态信号分析仪,加速度总均方根值测量结果的扩展不确定度应优于 1% ($k=2$);加速度功率谱密度测量结果的扩展不确定度应优于 5% ($k=2$);动态范围不小于 72 dB。

6 检验条件

6.1 受检试验设备在检验时的气候条件、电源条件、用水条件和其他条件应符合 GB/T 5170.1—2008 第 4 章的规定。

6.2 受检试验设备的外观和安全要求应符合 GB/T 5170.1—2008 第 8 章的规定。

7 一般规定

7.1 检验用负载

检验用负载应是外形对称的刚性体,其质量、质心高、表面粗糙度及安装偏心距应符合有关规定。负载与台面刚性连接,其安装共振频率应在试验频率以外。

7.2 传感器

加速度计(或位移传感器和速度传感器)应刚性固定在台面中心或靠近控制传感器的位置。

8 检验方法

8.1 安装负载

根据检验要求选择空载检验或安装检验用负载。检验用负载应满足本部分第 7 章的要求。

8.2 安装传感器

振动台按规定准备完毕,按第 7 章的要求,如图 1 在振动台台面或负载上安装加速度传感器,并连接好测量系统。

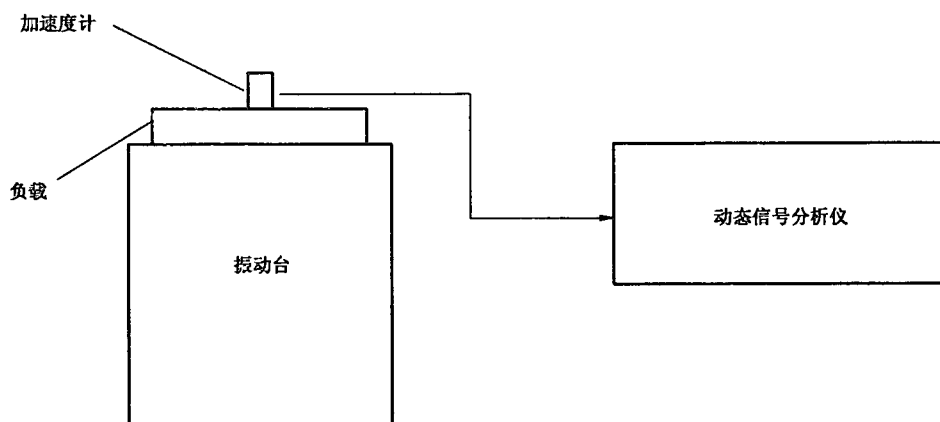


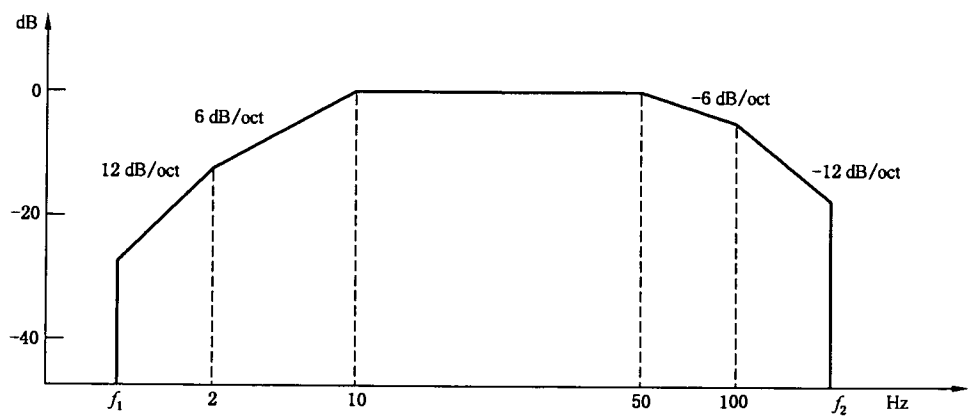
图 1 测量系统连接图

8.3 正弦振动参数的检验

按照 GB/T 5170.15 规定的检验项目和检验方法进行检验。

8.4 振动控制仪随机自闭环加速度功率谱控制动态范围的检验

振动控制仪采用图 2 谱形在适当量级上做随机自闭环控制,信号发生器的输出端接动态信号分析仪,如图 3 所示。动态信号分析仪采用海宁窗函数,幅值采用对数坐标。测量控制仪所能均衡的动态范围。



注： f_1 、 f_2 分别为产品说明书中给出的频率下限值和频率上限值。

图 2 控制仪随机自闭环加速度功率谱控制动态范围设置

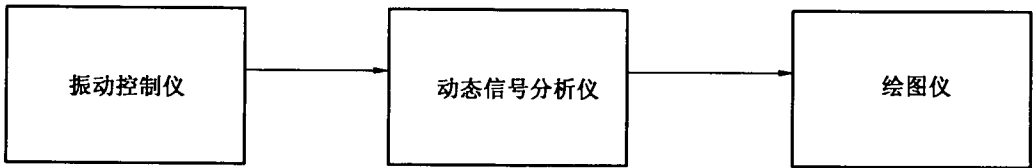
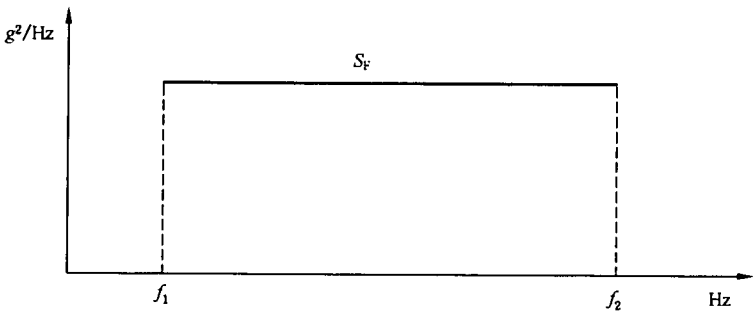


图 3 控制仪随机自闭环加速度功率谱控制动态范围检验框图

8.5 振动控制仪随机信号的检验

振动控制仪采用图 4 谱形在适当量级上作随机自闭环控制,信号发生器的输出端接动态信号分析仪,如图 3 所示。动态信号分析仪采用矩形窗函数。观察其时域波形、自相关函数、概率密度和概率分布函数。

时域波形应无周期性,自相关函数幅值逐渐衰减,概率密度和分布曲线与理论正态分布概率密度和分布曲线相比较,观察其一致性,形状应无严重畸变。



注： f_1 、 f_2 分别为产品说明书中或技术协议给出的频率下限值和频率上限值。

图 4 振动控制仪随机信号的检验谱形设置

8.5.1 随机信号平稳性检验

8.5.1.1 定性检验方法

采用动态信号分析仪观察振动控制仪的时域输出波形,若信号的平均值波动很小,波形的峰谷变化比较均匀及频率结构比较一致,而且从不同的时间样本记录测得的均方值等效,则可认为被测随机信号是平稳的。

8.5.1.2 轮次检验方法

8.5.1.2.1 采用动态信号分析仪采集振动控制仪输出信号的一个样本记录,把此样本记录分成等间距的 N 个子段,测量每段的均方值。

8.5.1.2.2 确定该组均方值的中间值。

8.5.1.2.3 采用“+”,“—”号区别测量值,大于中间值记为“+”号,小于中间值记为“—”号。

8.5.1.2.4 按原来的时间顺序排列用“+”和“—”标出的测量值,计算出轮次数目。

8.5.1.2.5 按表 1 判断随机信号的平稳性,其中 α 为显著水平。

表 1 轮次表

N	$\alpha=0.10$		$\alpha=0.05$		$\alpha=0.01$	
	下限	上限	下限	上限	下限	上限
8	3	6	—	—	—	—
10	4	7	3	8	—	—
12	4	9	4	9	3	10
14	5	10	4	11	4	11
16	6	11	5	12	4	13
18	7	12	6	13	5	14
20	7	14	7	14	5	15
22	7	16	7	16	5	18
24	8	17	7	18	6	19
26	9	18	8	19	7	20
28	10	19	9	20	7	22
30	11	22	10	21	8	23
32	11	22	11	22	9	24
34	12	23	11	24	10	25
36	13	24	12	25	10	27
38	14	25	13	26	11	28
40	15	26	14	27	12	29
50	19	32	18	33	16	35
60	24	37	22	39	20	41

8.5.2 随机信号周期性检验

8.5.2.1 定性检验方法

采用动态信号分析仪测量振动控制仪输出信号的自相关函数,若其自相关函数在时间延迟很大时接近于零,则认为被测信号无周期分量。若自相关函数衰减为重复的周期振荡,则被测信号含有周期分量。

8.5.2.2 方差检验方法

8.5.2.2.1 采用动态信号分析仪测量振动控制仪 T_c 长的输出信号,观察其功率谱密度曲线是否有陡峰。若有一个或多个陡峰,按下述方法检验。

8.5.2.2.2 把记录的样本分成等间距的 N 个子段,测量每段的均方值(一般限制 $N < 0.1BT$)。

8.5.2.2.3 假设测量的样本信号是随机的,按式(1)计算期望的标准化方差:

$$\epsilon^2 = \frac{1}{BT_a} \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中:

B ——分析仪滤波器带宽; $T_a = T/N$ 。

8.5.2.2.4 按式(2)计算均方测量值实际的标准化方差:

$$\epsilon^2 = \frac{\frac{1}{N-1} \left[\sum_{i=1}^N (\hat{G}_i - \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \hat{G}_i)^2 \right]}{(\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \hat{G}_i)^2} \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中:

$\hat{G}_i$ ——第 i 段均方测量值。

8.5.2.2.5 按式(3)计算实际的与期望的标准化方差之比:

$$R_\epsilon = \frac{\epsilon^2}{\epsilon^2} \quad \dots\dots\dots(3)$$

若在统计上 R_ϵ 等效于 1, 则认为功率谱密度曲线陡峰是由窄带随机信号引起的; 若 R_ϵ 显著地小于 1, 则认为功率谱密度曲线陡峰是由周期分量引起的。判断 R_ϵ 等效于 1 的标准为:

$$R_\epsilon > \frac{x_{1-\alpha}^2(N-1)}{N-1} \text{ 则 } R_\epsilon = 1$$

$$R_\epsilon < \frac{x_{1-\alpha}^2(N-1)}{N-1} \text{ 则 } R_\epsilon < 1$$

式中:

$x_{1-\alpha}^2(N-1)$ ——自由度 $N-1$ 的卡埃平方分布;

α ——判断的显著性水平。

8.5.3 随机信号正态性检验

8.5.3.1 定性检验方法

采用动态信号分析仪测量振动控制仪输出信号的概率密度曲线, 并与理论正态概率密度分布曲线相比较。若曲线呈对称钟形, 且其上没有断痕和尖峰, 则被测信号概率密度为正态分布。

8.5.3.2 卡埃平方拟合优度检验方法

8.5.3.2.1 采用动态信号分析仪测量振动控制仪输出信号的一个样本, 按递增次序排列:

$$x_1 \leq x_2 \leq x_3 \cdots \leq x_n$$

8.5.3.2.2 按子样大小确定分组区间 k :

当 $n=200$ 时, $k=18 \sim 20$;

当 $n=400$ 时, $k=25 \sim 30$;

当 $n=1\,000$ 时, $k=35 \sim 40$ 。

8.5.3.2.3 按 $P=1/k$ 确定每个区间的概率, 并由标准正态概率分布表查出每个区间限所要求的 Z_α 值。

8.5.3.2.4 由式(4)和式(5)计算样本均值 $\bar{X}$ 和方差 s^2 :

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad \dots\dots\dots(4)$$

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2 \quad \dots\dots\dots(5)$$

8.5.3.2.5 按 $x = sZ_\alpha + \bar{X}$ 计算标准化区间限。

8.5.3.2.6 把区间限用到样本记录上, 确定频数 f_j 。

8.5.3.2.7 按式(6)计算每个分组区间频数偏离期望频数 F 的标准化平方偏差和:

$$x^2 = \sum_{j=1}^k (F - f_j)^2 / F \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中:

$$F = n/k。$$

8.5.3.2.8 选取自由度可 $k-3$, 显著水平 α , 查卡埃平方分布表确定接受域, 判断是否符合正态性假设。

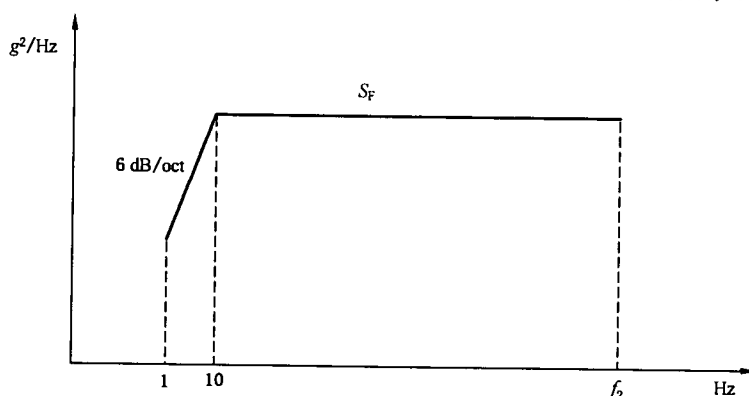
8.6 多通道振动控制仪任意两通道之间一致性的检验

多通道振动控制仪在工作频率范围内设置平直谱, 在适当的量级上作随机自闭环控制。一个通道作为控制通道, 其他通道作为测量通道。控制仪输出任两通道之间的传递特性, 观察其幅值比和相位差。其 99% 以上的测量值应符合附录 B 的规定。

8.7 额定参数检验

8.7.1 最大加速度总均方根值的检验

振动台空载, 按 8.2 连接好测量系统。控制仪按图 5 设置谱形, 峰值因子设为 3, 容差限设为 ± 3 dB, 按有关技术文件设置最大加速度总均方根值, 并均衡控制, 连续振动 5 min, 采用动态信号分析仪或数字电压表测量其加速度总均方根值, 其结果应满足产品说明书或技术协议的要求。



注: f_2 为产品说明书中给出的频率上限值。

图 5 额定参数检验谱形设置

8.7.2 最大随机动态力的检验

将振动台的负载刚性安装在振动台台面中心部位, 按 8.2 连接好测量系统。控制仪按图 5 设置谱形, 峰值因子设为 3, 容差限设为 ± 3 dB, 按式(7)计算结果设置加速度总均方根值, 并均衡控制, 连续振动 5 min, 采用动态信号分析仪或数字电压表测量其加速度总均方根值, 其结果应满足产品说明书或技术协议的要求。

$$a = \frac{F}{m_d + m_e} \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中:

a ——加速度总均方根值;

F ——振动台额定随机动态力;

m_d ——振动台运动部件质量;

m_e ——振动台负载质量。

8.7.3 最大负载的检验

将额定质量的负载刚性安装在振动台台面中心部位, 按 8.2 连接好测量系统。控制仪按图 5 设置谱形, 峰值因子设为 3, 容差限设为 ± 3 dB, 按产品说明书要求设置加速度总均方根值, 并均衡控制, 连续振动 5 min, 采用动态信号分析仪或数字电压表测量其加速度总均方根值, 其结果应满足产品说明书

或技术协议的要求。

8.8 试验系统加速度功率谱控制动态范围的检验

按 8.2 连接好测量系统。控制仪按图 2 设置谱形,其加速度总均方根值设置在适当量级,振动控制系统均衡控制,采用动态信号分析仪测量振动台台面的加速度功率谱控制动态范围,动态信号分析仪采用海宁窗函数,取 100 次以上的平均次数,幅值采用对数坐标,记录并量取动态范围值。

8.9 试验系统振动加速度总均方根值带外带内比值的检验

按 8.2 连接好测量系统。控制仪按图 5 设置谱形,其加速度总均方根值设置在适当量级,振动控制系统均衡控制,采用动态信号分析仪测量振动台台面的加速度功率谱密度,幅值采用线性坐标,基带分析,海宁窗函数,取 100 次以上的平均次数,分别测量 1 Hz~200 Hz 和 200 Hz~1 000 Hz 两个频段的加速度总均方根值 A_a 和 A_b ,按式(8)计算频带外加速度总均方根值与频带内加速度总均方根值之比 R 。

$$R = \frac{A_b}{A_a} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(8)$$

8.10 试验系统加速度总均方根值示值误差的检验

按 8.2 连接好测量系统。控制仪按图 5 设置谱形,其加速度总均方根值设置在适当量级 A_r ,振动控制系统均衡控制,采用动态信号分析仪测量振动台台面的加速度总均方根值,幅值采用线性坐标,基带分析,海宁窗函数,测量频率范围 1 Hz~200 Hz,取 100 次以上的平均次数,读取加速度总均方根值 10 次以上,计算其平均值 A_a ,按式(9)计算试验系统加速度总均方根值示值误差 δ_A 。

$$\delta_A = \frac{A_r - A_a}{A_a} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(9)$$

8.11 试验系统加速度功率谱密度示值误差的检验

按 8.2 连接好测量系统。控制仪按图 5 设置谱形,其平直段加速度功率谱密度值设置在适当量级 S'_{ASD} ,振动控制系统均衡控制。采用动态信号分析仪测量振动台台面的加速度功率谱密度,幅值采用线性坐标,采用海宁窗函数,取平均次数 120 次,在谱形的平直段任取 3 个频率点,测量各频率点加速度功率谱密度值,重复 10 次,计算其平均值 S_{ASD} ,按式(10)计算试验系统加速度功率谱密度示值误差 δ_{ASD} 。

$$\delta_{ASD} = \frac{S'_{ASD} - S_{ASD}}{S_{ASD}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(10)$$

8.12 试验系统加速度总均方根值和加速度功率谱密度控制精度的检验

按 8.2 连接好测量系统。控制仪按图 5 设置谱形,振动控制系统均衡控制。

8.12.1 按 8.10 测量振动台台面加速度总均方根值的平均值 A ,每隔 2 min 测量 1 次,共测量 5 次,按式(11)分别计算每次加速度总均方根值的控制精度。

$$C_A = 20 \lg \frac{A}{A'} \quad \dots\dots\dots(11)$$

式中:

C_A ——加速度总均方根值控制精度;

A ——各次测量加速度总均方根值的平均值;

A' ——试验系统设置的加速度总均方根值。

8.12.2 在图 5 谱形的平直段任取一频率点,采用动态信号分析仪测量振动台台面的加速度功率谱密度,采用海宁窗函数,取平均次数 10 次,每次测量取 5 个读数,计算其平均值 $\bar{S}_{ASD}$ 。每隔 2 min 测量 1 次,共测量 5 次,按式(12)分别计算每次加速度功率谱密度值的控制精度。

$$C_D = 20 \lg \frac{\bar{S}_{ASD}}{S'_{ASD}} \quad \dots\dots\dots(12)$$

式中：

C_D ——加速度功率谱密度值的控制精度；

$\bar{S}_{ASD}$ ——各次测量功率谱密度值的平均值；

S'_{ASD} ——试验系统设置的加速度功率谱密度值。

9 数据处理结果与检验结果

9.1 数据处理结果

数据处理结果应符合有关标准、合同的要求。

9.2 检验结果

按 GB/T 5170.1—2008 第 10 章的规定出具检验报告。

10 检验周期

按 GB/T 5170.1—2008 第 6 章的规定。

附 录 A
(资料性附录)
检验项目的选择

除非有关规范另有规定,振动台作定型鉴定、出厂/验收检验及定期检验时,正弦部分参数按 GB/T 5170.15 选择检验项目,检验项目见表 A.1;随机部分按表 A.2 选择检验项目。未经定型鉴定的,出厂/验收检验项目按定型鉴定项目选取。

表 A.1 正弦部分检验项目的选择

序号	检验项目		定型鉴定	首次/验收检验	定期检验	对应 GB/T 5170.15 章节
1	最大载荷		○	○		
2	频率范围		○	○		
3	最大位移幅值	空载	○	△		
		满载	○	○		
4	最大速度幅值	空载	○	△		
		满载	○	○		
5	最大加速度幅值	空载	○	△		
		满载	○	○		
6	波形失真度	空载	○	○	○	
		满载	○	△		
7	横向振动比	空载	○	○	○	
		满载	○	△		
8	台面振动幅值均匀度		○	○	○	
9	频率指示误差		○	○	○	
10	频率稳定度		○	△	△	
11	振动幅值指示误差		○	○	○	
12	加速度信噪比		○	○	△	
13	扫频速率误差		○	○		
14	定振精度	空载	○	○	○	
		满载	○			
15	辐射噪声最大声压级		○			
16	连续工作时间		○	△	△	
注：符号“○”表示必须检验的项目；符号“△”表示抽样检查或视情况选择检验（指检验方或被检验方中任一方提出需检验）的项目。						

表 A.2 检验项目的选择

序号	检验项目	定型鉴定	首次/验收检验	定期检验	对应章节
1	振动控制仪随机自闭环加速度功率谱控制动态范围	○	○		8.4
2	振动控制仪随机信号检验(平稳性、正态分布和各态历经性检验)	○	○		8.5
3	振动控制仪通道一致性	○	△	△	8.6
4	额定参数(最大随机动态力、最大负载、最大加速度总均方根值)	○	○		8.7
5	试验系统随机加速度功率谱控制动态范围	○	○	○	8.8
6	试验系统随机振动加速度总均方根值带外带内比	○	○	△	8.9
7	试验系统随机加速度总均方根值示值误差	○	○	○	8.10
8	试验系统随机加速度功率谱密度示值误差	○	○	○	8.11
9	试验系统随机加速度总均方根值和加速度功率谱密度控制精度	○	○	○	8.12
注: 符号“○”表示必须检验的项目; 符号“△”表示抽样检查或视情况选择检验(指检验方或被检验方中任一方提出需检验)的项目。					

附 录 B
(资料性附录)
基本参数允许误差

除非有关规范另有规定,振动台检验时,额定参数要求与型号规格规定一致;正弦部分参数的允许误差参照 GB/T 5170.15,随机部分参数的允许误差参照表 B.1。

表 B.1 基本参数误差要求

序号	检验项目	允许误差
1	振动控制仪随机自闭环加速度功率谱控制动态范围	≥ 35 dB
2	振动控制仪通道一致性	幅值比: ≤ 0.2 dB 相位差: $\leq 2^\circ$
3	试验系统加速度功率谱控制动态范围	≥ 25 dB
4	试验系统振动加速度总均方根值带外带内比	$\leq 10\%$
5	试验系统加速度总均方根值示值误差	$\pm 10\%$
6	试验系统加速度功率谱密度示值误差	$\pm 20\%$
7	试验系统加速度总均方根值控制精度	± 1 dB
8	试验系统加速度功率谱密度值控制精度	± 3 dB

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
电工电子产品环境试验设备
基本参数检验方法
振动(随机)试验用液压振动台
GB/T 5170.21—2008

*

中国标准出版社出版发行
北京复兴门外三里河北街16号
邮政编码:100045

网址 www.spc.net.cn

电话:68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 1 字数 24 千字
2009年6月第一版 2009年6月第一次印刷

*

书号:155066·1-37028 定价 16.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68533533



GB/T 5170.21-2008

打印日期:2009年6月30日